三鷹第2船舶試験水槽の解析設備の運用とモニタプログラム（SM-43）について

荒 井 能*・田 中 拓*

On the Data Processor of the Mitaka No. 2 Ship Model Experiment Tank and its Control Program

By

Chikara Arai and Hiraku Tanaka

Recently the knowledge of the data processor has become essential for the researchers of towing tanks in order to perform their experiments successfully. An on-line data processor of the Mitaka No. 2 Ship Model Experiment Tank is devided into two parts. The one is the on-line data recorder, in and output peripheral units installed on the towing carriage and the other is the central processor unit in the computer room. As to such a small sized on-line computer system, however, planning of the control program is the most important subject.

This paper presents a newly designed control program (SM-43) prepared for more efficient use of the data processor. Utilizing the control program, the on-line data processing and the technical calculations including the program compilation are easily performed with this system.

1. まえがき

三鷹第2船舶試験水槽の水槽用解析設備は，水槽本体の工事が着工された，昭和39年頃から具体的な計画が検討され，昭和41年9月69,000千円の費用で完成した。当時は，国内の研究施設では，計測と電子計算機を連結したデータ処理設備を備えたものは少なく，新水槽のデータ処理装置としてどのような規模およびシステムを設置するべきか，直接に参考となるものは皆無に近い状態であった。研究施設におけるデータ処理の技術は，その後長足の進歩をとげて，当水槽の設備も，一般的な観点からはすでに最新のものとはいえなくなっている。しかし，著者等がこの水槽用解析設備を計画し，4年間の使用を経験した後においてもなお，船型試験水槽における適正なデータ処理システムについて述べることには，多くの困難が感じられる。船型試験水槽におけるデータ処理の研究は，水槽で実施される実験の種類や運用の実績を無視しては考えられないものであるが，設備の計画時におけるデータ処理に対する要望の広さと技術的困難さのわりに，水槽運用の実績はかなり片寄っており，まだあらゆる場合を十分に経験するに至らないからである。一般に，すべての要求を一様に満足させたシステムが，必ずしも理想的であるとは限らないので，将来はシステム工学の立場からの十分な検討が必要であろう。

この報告は，三鷹第2船舶試験水槽のデータ処理施設を約3年間使用して得た経験と，これに基づいて初期のモニタプログラム，SM-40を改訂した新しいモニタプログラム，SM-43の説明に関するものである。はじめに，この水槽用解析設備の考え方と計画について振り返えり，使用経験による若干の検討を加え，そのあとでSM-43の概要の説明を行ない，さらに付録として，取扱い説明書を加えた。

2. 水槽用解析設備の計画と運用

船型試験水槽用の解析設備としては，データ処理，

原稿受付 昭和45年9月21日

* 推進性能部

科学計算および情報処理の３つの面に関して，十分な能力をもつものが理想的であると考えられる。近年の船舶流体力学は，理論と設計の懸隔がせばまるにつれて，実用船型を対象とした大規模な数値計算の必要性が高まり，船型研究に科学計算用の大型計算機は必須のものとなっている。また当部で，現在でもデータとしての価値がある船型試験結果の資料が，1,000隻以上蓄積されていることを考えると，これらのデータの十分な活用と管理には，かなりの情報処理能力をもった計算機が望まれる。この他，図化機，模型船およびプロペラ削成機用のＮＣまたは曳引車の各種コントロールが可能な制御用計算機も船型試験水槽としては，少なくない利点をもっていると考えられる。これらの問題は，必ずしも水槽特有なものではないため切りはなして検討することも可能であるが，水槽用の計算機の特徴として特別に考えられるのは，データ処理の方式と運用の仕方にあるといえる。この水槽用解析設備の計画でも予算上の制約から，中規模以上の科学計算，情報処理およびＮＣを分離して扱い，計算機の能力をデータ処理と日常の水槽運用に必要な科学計算に限定した。

2.1. 船型試験水槽におけるデータ処理

船型試験水槽のデータ処理方式には，２つの考え方がある。一つには，本水槽で採用しているように水槽曳引車上で計測されたデータをオンラインでリアルタイムに近い形で処理する場合で，他方は，オフラインにバッチ方式で処理する場合である。最近各地の船型試験水槽が，解析設備に多くの関心を示していることを考えると，両者の得失についての論議はかなりの重要性があるが，具体的には，設備予算，事業所の性格，目的等と関連しているので，一概に判定することはできないであろう。

データ処理の問題を幾分具体的に考えて見ると，水槽試験のデータ処理は，一般の船型試験の解析と波浪中の試験等時間的に変動する量を扱う実験データ処理の２つに分ける必要がある。この分類法は，次の点で本質的なものである。すなわち前者の計測値は各種の雑音を含んでいるが，時間的には不変なものと考えられるから，計測値の平均化等による最終的な計測値の決定は，計測器自身または計測者が行ない得るものであり，データ処理装置は関与しなくても可能であるが，後者の計測値は，時間的に変動するデータであるから，この中から造船学的に意義のあるデータを読み取る作業は，データ処理装置を利用する必要がある。

2.2. デイジタルデータ処理

デイジタルデータを扱う実験としては平水中の抵抗，自航およびプロペラ単独試験等の一般の船型試験が主であるが，これらの実験では，1% 以上の精度を要求されることが普通であるので，一般にアナログ型より精度が高いデイジタル型の計測器が使用されることが多い。ここでは，この種の計測の処理をデイジタルデータ処理と呼んで，時間的に変動するアナログデータの処理と対比させて考える。

データ処理の技術的立場から考えると，デイジタルデータ処理に重要な問題は少ない。しかし，将来計測器と計算機を直結させる場合は，ノイズおよび，計測系の固有周期による出力の変動を除去して計測値を決定するプログラムの考え方には若干の研究課題が残されている。三鷹第２船舶試験水槽の解析設備では，上記の困難さを避けるために，その間に人為的な作業を残しており，計算機への入力媒体は紙テープによっている。デイジタル計測のデータ処理の典型的な例として，船型試験における抵抗および自航試験で使用している解析処理のプロセスを **図 1**（文献(2) から転載）に示す。

2.3. アナログデータ処理

アナログ計測のデータ処理には，２つの重要な問題がある。その一つは，主に規則波中の試験等で，現在のところ，波形の読み取り方法に対する考え方が極わめて不明確である。一般に行なわれている波浪中自航試験の場合のように，プロペラ・スラストおよびトルクの計測に対する主な興味が，単に変動の平均値にある場合を除いて，統計的不規則振動ではなく，むしろ

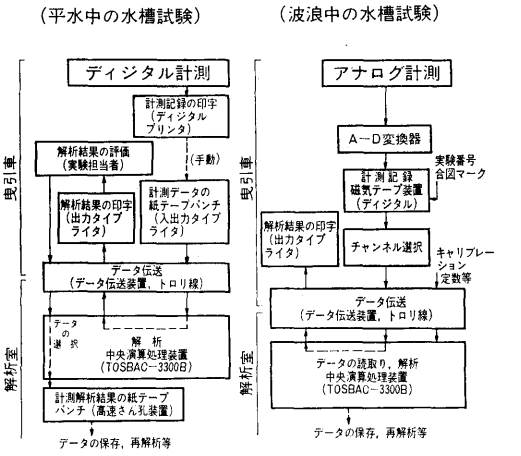

図 1 船型試験水槽のオン・ライン・データ処理

表 1 水槽用解析設備に要求されるデータのサンプリング周波数

研究項目	計測の種類	サンプリング周波数 (Hz)
平水中船型試験	抵抗，スラスト，トルク，回転数	0.5～2
電気的なピックアップを用いた3分力試験等	抵抗，揚力，モーメント	2～10
波形解析による造波抵抗の計測	後続波形	20～50
規則波中船型試験	船体運動，波高	10～20
不規則波中船型試験	船体運動，波形	20～100
船尾振動の研究	bearing force surface force	500～1,500
波浪衝撃荷重の研究	衝撃荷重等	1,000 以上
波浪中トルク変動の研究	プロペラトルク 回転変動	300～1,000

規則的であるが歪の多い有限記録の中から，造船学的に意味のある変動の振幅，位相差をとりだすことに問題が残されている(1)。他の重要な問題は，水槽用解析設備の計画に際して，計算機本体の計算能力，データ処理装置としての規模，データ伝送速度等のすべての面について，上限を規定するのは，アナログ計測のデータ処理であるが，実際に仕様の極限としての処理能力を必要とする実験の頻度は，極わめて少ない。しかしながら，データ処理装置がその真価を発揮するのは，日常のデータ処理を淀みなく進行させる定常的な能力とは別に，他の水槽または施設では行なえないような，極限的な性能を示すときにも見られることを忘れることはできない。このような幾分特殊な仕様と，日常の作業に必要な仕様とのバランスが失われないよう計画することは重要である。一例として，この水槽用解析設備に要求されるデータのサンプリング速度を各実験の種類別に，**表 1** に示した。**図 1** にアナログデータ処理の例として，規則波中船型試験に適当と思われる。データの読み取りおよび解析処理のプロセスを示した。また，本水槽用解析設備のデータ処理速度等の関連を**図 2**に示した。

2.4. オンラインデータ処理

先に述べたように，この水槽用解析設備では，曳引車で集録したデータのオンラインによるデータ伝送が可能である。デイジタル・データは紙テープを使用し，アナログ・データは記録用の磁気テープ装置を使用して，それぞれデータ伝送装置および水槽のトロリー線を通して直接に計算機本体に送り，解析結果は，曳引車上の出力タイプライタに印字されるようになっている。これまでの使用経験によると，伝送に関してトロリー線と曳引車パンタグラフの摺動面に発生が予想されるノイズは，重要な障害になっていない。若干のテストによると，すくなくも曳引車の速度が 4 m/sec までは，走行中のデイジタルデータの伝送は十分可能である。データ伝送速度は，1,600 ボーで，デイジタルデータの伝送には，支障はないが，アナログデータの伝送には，約 100 data/sec の速度となるので必らずしも十分でない。もし伝送速度がはなはだしく不足する場合には，磁気テープを直接計算機室に運搬する方が有効である。

この水槽用解析設備でデータ伝送を採用したのは，次の理由によっている。当水槽は研究用の水槽であるから，実施される水槽試験の種類は広範囲にわたり，要求される精度も高い場合が多い。また大型水槽であるから試験の再試および追試は，水槽の運用に大きな障害となること等から，試験を実時間に近い形で解析することが，研究の完全と能率に大きく寄与すると考えられる。しかし，このオンラインデータ処理装置を十分に活用することについては，二，三の困難を克服する必要があった。その一つは，この水槽用解析設備に適したモニター・プログラムの作成である。本システムの使い方について簡単に述べると，計算機室では常時科学計算が実施されているが，水槽曳引車から伝送されてくるデータは，高い優先順位で直ちに解析処理されるようになっている。計算機の磁気ドラムには，12種以内のプログラムを記憶させておき，計算機室または水槽曳引車から PROGRAM SELECT スイッチで必要なプログラムを選択して使用できるようにしてある。もとより，この解析設備のような小規模なシステムで，完璧な動作を期待することはできないが，コンパイル，アセンブルおよび計算の実行，曳引車から伝送されるデイジタル・データ処理に関して，当水槽に適したものが研究され，著者の一人によって完成されたが，この内容については次章以下に詳説する。

他の一つに，プログラマーの育成に関する問題がある。オンラインデータ処理を行なうプログラムは，アセンブラ言語によらなければならないから，プログラムのコーディングができる研究者は限られてくるし，一般にオンラインデータ処理の特徴が顕著でない計算

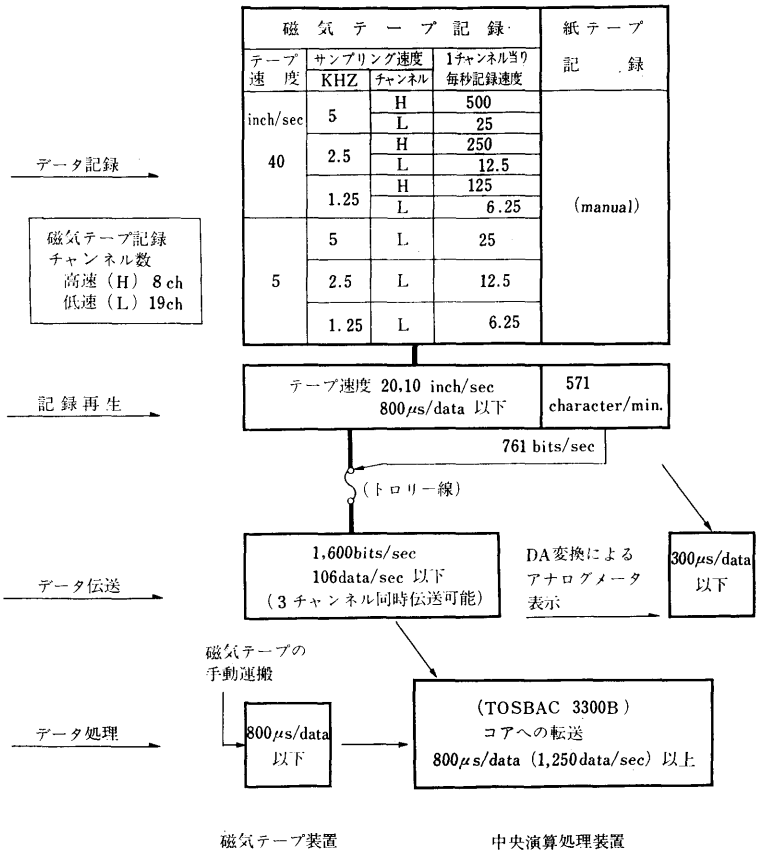

図 2 データ処理速度等

では，科学計算による解析方法が得策とも考えられる。専門のプログラマーの育成が困難な場合に，目前の研究に忙しい研究者に，繁雑なアセンブラ言語によるオンラインデータ処理プログラムを作らせることはやや迂遠な感がもたれることは否めない。オンラインデータ処理が十分生かされるためには，ソフトウェアの蓄積，プログラマーの教育およびアナログ計測の定式化を一層すすめる必要がある。

なおこの水槽用解析設備については，文献（2）または（3）に報告されているが，システムの概要を**図3**（文献（2）から転載）に示した。

3. モニタプログラムとソフトウェア

モニタプログラム SM-43 では，計算機の割込み機能を利用して，船型試験解析プログラム RS-43 の実行と，他の科学計算のコンパイルおよび実行等の半平行処理を行なっている。ここで半平行処理といっているのは，計算機が演算中に水槽曳引車からの割込み要求があると，現在実行中のプログラムを一時中断して退避させ，船型試験解析（デイジタルデータ処理）に必要なプログラムをコアに転送して処理を行ない，終

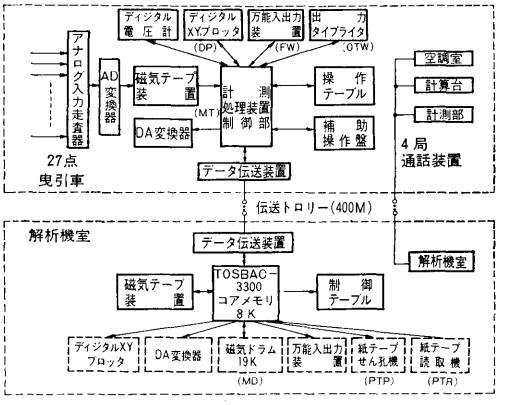

図 3 水槽用解析設備の概要

れば再びもとのプログラムを復元して続行することをさしている。この二つの異なったプログラムの間に介在して計算機を制御するモニタプログラムの一つとして開発したのがSM-43である。しかし，SM-43は，下記の理由から本質的にアナログデータ処理の機能を持っていない。すなわち，

1）アナログデータはデータ量が多いために，同時に保持すべき他のプログラムを格納する補助記憶装置の絶対量が不足している。

2）後に述べるように，時間的に不経済なプログラム転送方式を採用せざるを得なかったために，計測用磁気テープ装置等の速応性が要求される機器にSM-43は追従し得ない。

3）アナログデータ処理と科学計算を同時に行なうことは少ない。

また，SM-43では，水槽曳引車からの船型試験解析を優先的な割込み順位としているが，これは約15分に1回の割で，1回最大3分程度の処理時間を要するのみであるから，割込まれるプログラムに対しては，さほどの影響は与えていない。このために計算機に付属していたALPS Iコンパイラ，SMAP IIおよびMINITAP Bアセンブラを一部改造してALPS IS, SMAP IISおよびMINITAP BSとし，これらによるコンパイル，アセンブルおよび演算の実行を被割込みプログラムとした。また本システムの製作者東京芝浦電気（株）において製作された船型試験解析プログラム，RS-42を一部修正して割込みプログラムとした。

3.1. コンパイラおよびアセンブラの改造

計算機の付属プログラムのうちアセンブラ類は専有語数も少なく比較的容易に被割込みプログラム化することが可能であった。しかしALPS Iはほとんどコアの全域を使用しているために割込処理用モニタプログラムを収容する余地がなかった。このためにALPS Iの専有域を約1%犠牲にし，さらにSM-43の大部分を，通常はドラムに格納しておいてSM-43本体をコアに転送するために必要なルーチンのみをコア上に常置した。そして，SM-43本体が呼び出されてコア上にあるときには，かわりにコアの内容をドラムに格納し，SM-43の処理が終わってSM-43をドラムに格納するときはコアの内容を復元するように工夫した。上記の手続きはドラムの1ストリングずつ交互に行ない，先にコアに転送したドラムのストリングに，次のコアの1ストリング分を書き込むようにしたので，結果として，転送所要時間はふえたが，ドラムを節約することができた。（この方式を，以下にAlternative methodと名付ける。）また，割込みによるプログラムの退避，転送および復元にも本方式を採用したので，さらに大幅なドラムの節約が可能となり，このような小規模なシステムでは困難なコンパイラの内蔵が可能となって，コンパイル操作を大幅に簡略化することができた。なお，ALPS Iでは，標準関数のリロケーションを，紙テープで入力するときに行なうようになっているので，標準関数はドラムに格納することができず，したがって，コンパイルのたびに紙テープで入力させなければならない。

また，計算機付属のプログラムは，プログラムの終了，エラーの検出等の場合には計算機が停止するようになっていたが，常時割込みに備えるためには計算機を停止させることはできない。このため，SM-43内にコメント出力ルーチンと停止指令代替ルーチンを置き，コンパイル操作の各相の終了のとき等にはコメントを出力するようにし，一時停止は割込動作に置換えて停止指令代替ルーチンで処理するようにした。

また，ALPS ISとSMAP IISの共存は，ドラムの不足のため不可能であったので，どちらか一方のみを格納して，格納したしるしをモニタプログラムに書き込んで記憶させるようにした。このほか被割込みプログラムの実行指令用としてローディングモニタをモニタプログラム内に付属させた。

3.2. SM-43の構成

SM-43は初期に製作された東芝製モニタプログラムSM-41を改良したものでその主な相違点を以下に列挙する。

1）SM-41用コンパイラ，ALPS M(2 pass)の操作がはん雑なのでALPS I (1 pass)に手を加えて大部分をドラムに格納し，操作の簡易化をはかった。

2）SM-43の作成に関連して若干のハードウエアの改良（Time counterの割込み，I/Oエラーの割込み，入出力機器選択の保存）を行なったので，これらの機能を加えた。

3）コメントおよびエラーメッセージを出力するようにした。

4）ALPS ISでコンパイルしたプログラムを水槽曳引車からも使用できるようにした。

5）SMAP IIS, MINITAP BS等のアセンブラが使用できるようにした。

6）Alternative method採用の結果ドラムーコア間

の転送時間が大幅に増加した。

SM-43 は大きくわけてコア常置ルーチン，中継ルーチンおよびモニタ本体の3つの部分からなっている。

3.2.1. コア常置ルーチン

SM-43 が動作するとき，本体全部をドラムからコアへ転送するルーチンにはかなりの語数を必要とするが，ドラムの1ストリングを中継するようにして，コアにはこのストリングのみをアクセスするルーチンだけをおいた。以上を含めてコア上に常置されるルーチンは次の通りである。

1）割込みのときの入口ルーチン　23 語

2）割込み以外の入口ルーチン　14 語

このルーチンは，割込プログラムが終了したとき，停止代替ルーチン用，エラーメッセージ出力用およびプログラムテープ入力完了時に SM-43 にしるしを書き込むときの入口等である。

3）SM-43 からの出口　13 語

4）Time counter セットルーチン　12 語

5）ロータルーチン　5 語

計算機が処理すべき演算がないときに，計算機コンソールのシーケンスランプに一定のパタンを表示してこれを大略一秒に一回の割りで1ビットずつ回転させるルーチンのことである。

6）停電時のプログラム保護ルーチン　24 語

このルーチンはハードウェアの関係で現在は使用していない。

3.2.2. 中継ルーチン

このルーチンはドラムの1ストリングを占めており，Alternative method によってコアの内容と SM-43 とを置換する。またこのルーチンでは，計算機のレジスタ類は全く使用しない。

1）入口用ルーチン　22 語

2）出口用ルーチン　19 語

3）ALPS 用出口ルーチン　20 語

ALPS IS でコンパイルを始める場合，コンパイラのコアへの転送と SM-43 のドラムへの格納が交互に行なわれる必要があるので，このために特別なルーチンを使用している。

4）分岐ルーチン群　25 語

上記の1）および2）はサブルーチンであるから，そのための分岐および各目的別の分岐を行なう。

5）空白　26 語

今後の SM-43 改良のためのスペースである。

3.2.3. モニタプログラム本体

モニタ本体は大別して7箇のルーチンからなっている。そして特に最初の2つについての方式は SM-41 とあまり変わってはいない。

1）割込み処理ルーチン　222 語

割込みが生じたときのレジスタ類の保護，割込みの登録および種別の判定，コアの内容の保護と割込み用プログラムの転送等を行なってから割込みプログラムの演算を実行し，これが終わるとコアおよびレジスタの復元，登録の取消し等を行なってもとのプログラムの演算にもどる。

2）船型試験解析ルーチン　100 語

主として PROGRAM SELECT スイッチに関する処理ルーチンで，PROGRAM SELECT スイッチの位置を解読して必要なプログラムの転送を行なったり新たな割込みを起したりする。

3）ローディングモニタ　110 語

被割込みプログラムの実行指令は紙テープによって与えられるが，これを解読してチェックしたり，これによってプログラムを用意して実行に入るまでの制御を行なう。このルーチンには2箇のキーワードがあって1箇はドラム内の処理プログラムの種類を示し，1箇は処理の各相の終了のたびに書き替えられる。そして次の実行指令が来たときにキーワードの中身を調べて正しい時には次の実行に移り，誤っていればエラーメッセージを出力する。

4）エラー処理ルーチン　37 語

モニタが動作中に検出されたエラーおよび ALPS の実行プログラム内のエラーは，そのエラーが検出された番地を ERROR ×××××（8進表示番地）と赤字で付属タイプライタ（フレクソライタ）に出力する。I/O エラーはハードウェアで最優先の割込みとなるので，すべてのPTRを使用するプログラムに対して有効である。そして I/O エラーを生じたプログラムは中止され，エラーメッセージとして ERROR 17777 が出力され，計算機はより低いレベルの演算処理に移り，INVARID OPERATION ランプが点灯するが，以後の演算に支障はない。ローディングモニタで I/O エラーが生じてもモニタ処理中は割込みを禁止している。しかし，このときは1字読むごとに割込みフリップフロップをセンスしているので，もし I/O エラーが生じた場合は直ちにモニタ本体を格納して割込み禁止を解除する。

5）停止指令代替ルーチン　11 語

計算機を停止する代替として，次に実行すべき番地をQレジスタに入れ，コア常置ルーチンの特定番地へジャンプさせると割込みが生じて一時的にロータへ行く。この割込みを終結させるにはハードウェアでさらに上位の割込みを起してリタンアドレスを以前のQレジスタの内容と書きかえるようにした。なお，この割込みは計算機コンソールの INTERRUPTION IN キイでも発生させることができ（このときのリタンアドレスは INTERRUPTION IN キイが押されたときの計算機のシーケンスカウンタの番地＋1となる）これにより被割込みプログラムを中断できる。さらに，解析機室制御テーブルの LOCK キイのオンオフでリタンアドレスの書き替えを制御することによって，次に実行すべき番地へ行くか，すべてを解除してロータへ行くかを選択できるようにした。以上により全く計算機を停止させずに演算の一時停止（HALT）が行なえるばかりでなく，演算への復帰再開（START）または中止（ALL RESET）が自由に選択できるようになった。

6）コメント出力ルーチン　50 語

エラーメッセージや ALPS IS の各相の終了を示すためにコメントを出力するルーチンがあり，コメントは3字1語の割合で90字分が内蔵されている。

そして，このルーチンに来たときのインデックスレジスタの内容に従ってそれぞれ異なったコメントを出力し，特定の符号が現われれば出力を停止する。

7）空白　31 語

中継ルーチン部とともに若干の空白がプログラムの改良のために残されている。これはドラム転送がブロック方式のために生じたものである。また現在使用されていない PROGRAM SELECT スイッチ

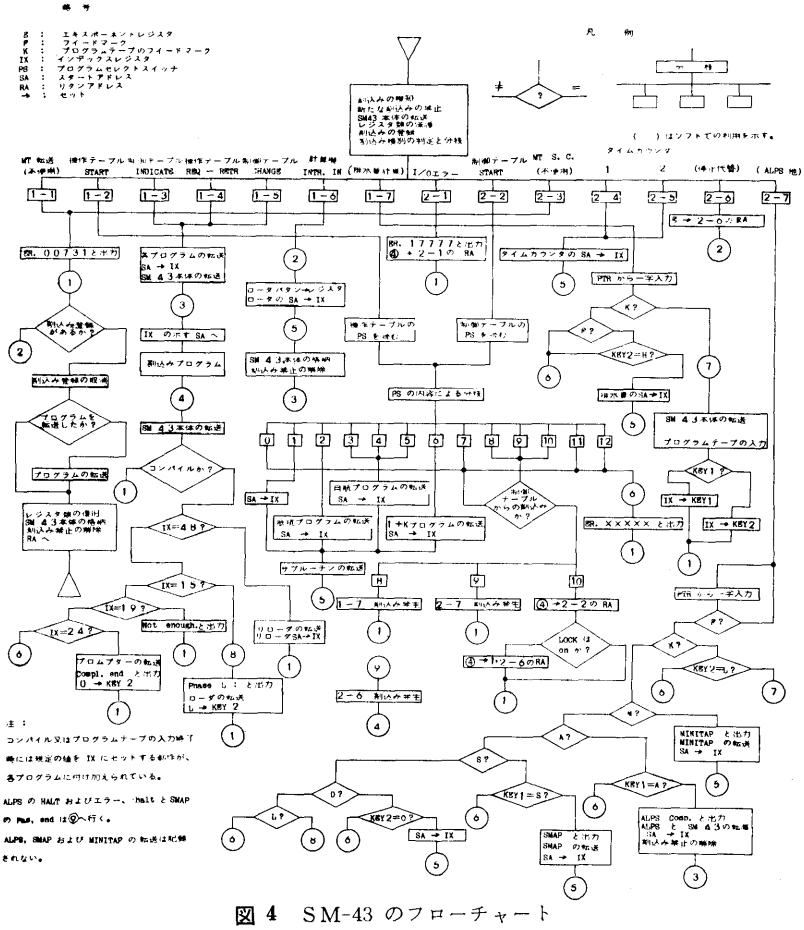

図 4　SM-43 のフローチャート

のテーブル類はすべて確保してある。

以上述べた SM-43 のフローチャートを**図4**に示す。なお，このほか，SMAP I (1 pass) および ALPS II (2 pass) も同様に被割込みプログラム化することは可能であるが，利用度が少ないので今回ははぶいてある。

付録　モニタープログラム（SM-43）取扱い説明

モニタープログラム，SM-43 の取扱いについて説明する。SM-43 の管理下にある各種プログラムについては，主に文献4を参照することとし，本書では，関連した事項の説明にととどめる。

A-1　SM-43 の起動

A-1.1.　計算機の状態

計算機本体，ドラム，PTR，解析機室フレクソライタ（以下FW2と書く）および制御テーブルに電源が投入され，すべて正常に動作しているものとする。

計算機コンソール第1パネルのキイを以下のようにセットする。

1）SENCE：すべてオフ

2）UNLOCK：オン

計算機コンソール第2パネルのキイを以下のようにセットする。

3）　INTERRUPTION：INHIBIT　オン，PERMIT オフ

4）ERROR　CONTROL：EFFECT　オン，NO EFFECT オフ

5）INDICATOR：A オン，　MU オフ，Q オン，Mオフ，O オン，F オフ，SR オン，AR・IX・IF オフ

6）HALT，JUMP：HALT オン，JUMP オフ

7）ADDRESS STOP：オフ

8）OPERATION MODE：AUTO　オン，　TEST オフ

9）CLOCK PULSE：HIGH　オン，LOW・ONE オフ

10) SINGLE STEP：オフ

11) SINGLE CYCLE：オフ

ドラムの SW1 および SW2 をすべて WORK にし，PTR の速度スイッチを 200 character/sec にする。

A-1.2.　SM-43 の入力

SM-43 の MBT（紙テープ）を PTR にセットし，計算機第1パネルのキイを OPERATION STOP, ALL RESET（このキイを押すことを計算機をリセットすると書く），INITIAL LOAD の順に押す。

PTR が動き出して一度停止し，約8秒後再び動作し，終わればコンソールのランプに一定のパタンがセットされ，左から右にゆっくり移動する。（この状態をロータが回ると書く）。

ロータが回り出したら，計算機コンソール第2パネルのキーを以下のようにセットする。

1）INTERRUPTION：PERMIT オン，INHIBIT オフ

2）ERROR　CONTROL：NO　EFFECT　オン，EFFECT オフ

もし，以上の操作中に I/O エラーを示すランプが点灯した場合はテープの不良であるから計算機をリセットし，新しいテープで始めから行なってみる，なお，以後プログラムテープを入力するときは必ず A-1.1 の　4）のようにキイをセットし，終わればA-1.2 の 2) のようにセットする。

A-1.3　SM-43 の停止および再起動

SM-43 を使用した業務が終了し，翌日また続けて SM-43 を使用する業務を行なうときは，以下に述べる操作によりすべてのプログラムは保存され，翌日直ちに使用することが可能である。

ロータが回っているか，または計算機第1パネルの INTERRUPTION IN キイを押すとロータが回り出すときは，次の順序で電源を切る。

1）ロータが回っていることを確認して計算機をリセットする。

2）ドラムの SW1 および SW2 をDEAD にする。

3）通常の手続きに従って電源を切る。

再起動するときにはつぎの順序で計算機を操作する。

1）通常の手続きに従って計算機に電源を投入し，コアの温度上昇を待つ。

2）コアの温度が十分上ったら，ドラムのSW1 および SW2 を WORK にする。

3）計算機コンソール第2パネルの WORD SETTING キイの 3,20 および 22 をオンとし，他はすべてオフとする。

4）計算機コンソール第2パネルのキイを WORD

SET IN, M CYCLE SKIP, CYCLE STEP α の順に押し，続いて第2パネルのOPERATION START キイを押すとロータが回わり出すか，INTERRUPTION IN キイを押す前の演算を続ける。

（以上の3）および4）の操作を10番地スタートすると書く）。

A-1.4. SM-43 の管理下以外で計算機を使用するとき

このとき，もし使用するプログラムがドラムを使用するものであれば，SM-43 および関連プログラムは再使用できないのでこの章の始めからの操作を繰返えして行なう必要があるが，もしドラムを使用しなければ再使用が可能であるので，このときは，以下の操作を行なう。

1）ロータが回わっているときに計算機をリセットし，ドラムの SW1 および SW2 を DEAD にする。

2）ドラムを使用しない他のプログラムの演算を行なう。

3）終ったら計算機をリセットし，ドラムのSW1 および SW2 を WORK にする。

4）SM-43 コア上テープを PTR にセットし，計算機第1パネルの INITIAL LOAD キイを押すと，テープが入力され，ロータが回わり出す。

A-2. 船型試験解析プログラム，RS-43 の操作法

A-2.1. プログラムの入力

ロータが回わっているときに RS-43 プログラムテープを PTR にセットし，制御テーブルの PROGRAM SELECT スイッチを8にセットし，その下にある START キイを押す（この操作を SW-8 スタートすると書く）。

計算機はテープの入力を開始し，途中5回停止してプログラムをドラムに格納する。すべてを入力するのに約4分を要する。

もし，テープを入力している途中に，I/O エラーで停止したときは，計算機をリセットして10番地スタートしてロータへ行き，テープを交換してこの章の始めからもう一度行なってみる。

このプログラムは A-2.2.3 で述べる場合のほかは繰返えして使用できる。

A-2.2. 操 作 法

A-2.2.1. 曳引車空調室からの操作法

1）曳引車上空調室操作テーブルの CONTROL SELECT スイッチを5にセットする。

2）空調室フレクソライタ（FW1）の MTR にデータテープをセットする。

3）PROGRAM SELECT スイッチを実行するプログラムによって次のようにセットする。

基本テープ，テープⅠ，テープⅡ……1
抵抗試験解析……2
自航試験解析……3
ΔR 計算……4
SMOOTHING ……5
DEAD SLOW による Hughes の $1+K$ 計算……6
（未使用）……7～12

4）操作テーブルのキイを CARRIAGE RESET, CARRIAGE START, REQ-T, COMPUTER START の順に押す。データの入力および出力に関することおよび演算の内容等は RS-42 と変わらない。

A-2.2.2. 解析機室での操作法

データ，テープを PTR にセットし，PROGRAM SELECT スイッチを前項 3）に示すようにセットし，スイッチの下にある START キイを押す。解析結果は FW2 に出力される。常数変更表示の操作は RS-42 のときと変わらない。ただプログラム転送時間が多少長くなった。

A-2.2.3. RS-43 の再使用

RS-43 は以下に述べる場合はこわれるので，再入力する必要があり，このときは，ほかの被割込みプログラムは実行できない。しかし，この場合以外は，何度でも繰返えして使用できる。

1）SM-43の管理下以外でドラムを使用したとき。

2）RS-43 を使用するときに rint, rral 等のあとの番地に指定以外のものを書いたり，PROGRAM SELECT スイッチの設定を誤まって START キイを押してしまったとき。このときは多分計算機が停止し，被割込みプログラムの実行中であればこれもこわれてしまうであろう。しかし，もしデータテープが入力される前に上記の誤りに気付いたときは，空調室であれば直ちに CARRIAGE STOP キイを押せば入力が停止されてしばらく後に再び割込みが可能となり，解析機室であれば直ちに PTR のスイッチを切って計算機をリセットし，10番地スタートすれば RS-43 その他を救うことができる。

3）ＲＳ-43を使用しているときにINVARID OPERATION ランプが点灯して計算機が停止したり，いつもと異なった動作をしたり，出力された数値に異状があるとき。このときはＲＳ-43がこわれていることが多い。計算機をリセットし，10番地スタートし割込み前の状態にもどす。

つぎの場合はＲＳ-43は無傷であるが他の被割込みプログラムをこわすので絶対に行なってはならない。

1）空調室の CONTROL SELECT を6にセットして割込みを行なったとき。このときは FW2 から ERROR 00001 とメッセージが出力されて，被割込みプログラムの実行は中止されてしまう。そして以後空調室からの割込みはできなくなる。これを解除するには，一度計算機をリセットし，10番地スタートする必要がある。被割込みプログラムは始めから（ALPS コンパイルなら a を入力するところから，実行プログラムなら d を入力するところから）やりなおす必要がある。

2）抵抗試験解析で1回にデータ7点以上入力したとき。

また，計算機第2パネルの ＳＲ レジスタの内容を示すランプが ●—●—○ ○—○—● ○—○—●（黒丸は点灯を示す）となり，同パネルの β CYCLE を示すランプが点灯して計算機が停止することがあるが，このときはデータ伝送装置に異状のあることが多い。このときは計算機をリセットして 10 番地スタートすれば ＲＳ-43，被割込みプログラム共に無傷である。

A-3. 排水量等計算プログラム操作法

このプログラムは解析室でのみ行なえる被割込みプログラムである。ロータが回っているときに，ＳＭ-43用排水量等計算プログラムテープを ＰＴＲ にセットし， ＳＷ8 スタートする。テープ入力が終われば SENCE キイを以下のようにセットする。

排水量等計算プログラムＡ

ＦＰ1，SENCE：オン 結果を FW2 およびＰＴＰに出力する。

ＦＰ1，SENCE：オフ 結果をＰＴＰに出力する。

ＦＰ2，SENCE：オン 結果をＸＹプロッタに出力する。

ＦＰ2，SENCE：オフ 結果をＸＹプロッタに出力しない。

排水量等計算プログラムＢ

ＦＰ1，SENCE：排水量等計算プログラムＡに同じ。

ＦＰ2，SENCE：無関係。

実験状態算出プログラム

ＦＰ1，SENCE：無関係。

ＦＰ2，SENCE：無関係。

データテープを ＰＴＲ にセットして ＳＷ-8 スタートすると計算に入る。なお，排水量等計算プログラムＡにおいては，再度スタートするときに ＰＴＲ よりフィードマークが入力される必要があるので，データテープの入力後も入力テープをそのままにしておく。以上のほか，データテープの作成，計算内容，出力フォーマットは ＳＭ-41用の排水量等計算プログラムと変わらない。また INTERRUPTION IN キイの使用（次章参照）は有効である。この処理を行なっているときは，ALPS 等の他の被割込みプログラムは使用できない。

A-4. ALPS IS の操作法

これは，主として解析室で操作する被割込みコンパイラである。

A-4.1. コンパイラの入力

ロータが回っているときに，ALPS-IS AC テープを ＰＴＲ にセットし，ＳＷ-8 スタートする。このプログラムは SMAP-IIS を使用したときまたは ＳＭ-43 の管理下以外でドラムを使用したとき以外はほとんどこわれない。なお，ＳＭ-43 を新しく入力しなおしたときで ALPS IS がドラムにあることが確実なときは，ＳＭ-43用 PSEUDO ALPS IS テープを ＰＴＲ にセットし，ＳＷ-8 スタートすれば ALPS IS を再び呼び出すことができる。

A-4.2. ソーステープとデータテープの作成

ソーステープの作成には，10 cm ほどフィードマークをせん孔したあと “a” をせん孔し，続いて ⮌$ ALPS′; ⮌ とせん孔する。a の前に⮌，上段または下段指定を行なうとエラーとなる。このあとのソースプログラムの書き方は全く ALPS Ⅰ と同じでよい。

データテープの作成はフィードマークのあとに“ｄ”をせん孔し，さらに 5 cm ほどフィードマークをせん孔したあとに ALPS Ⅰ と同様にデータをせん孔する。

A-4.3. 操 作 法

ロータが回わっているときにソーステープのフィードマークから ＰＴＲ にセットして ＳＷ-9 スタートすると，ＦＷ2 に ALPS Compilation とメッセージが出てコンパイルを始める。

もしソーステープに文法上のあやまりが検出されると FW2 に赤字で ERROR ×× (10進2桁) とメッセージが出てロータに帰る。

コンパイラが $ HALT′; ↵ を読むとロータへ行く。そして，再びコンパイラにもどるには制御テーブルの LOCK キイをオンにして（このことを LOCK をオンにすると書く）SW-10 スタートする。

またコンパイルを中断したいときは計算機第1パネルの INTERRUPTION IN キイを押すとロータへ行く。そしてコンパイラにもどるには上記のようにすればよいし，LOCK をオフにして SW-10 スタートすればコンパイルは中止される。この操作は計算機を停止することなしにすべての被割込みプログラムの中断，続行または中止を可能にする。

リストを取るときは必らずキイを FP2, SENCE, FP1 SENCE の順に押す。この操作を逆にすると計算機は停止することがあるが，このときは，計算機をリセットし10番地スタートしてロータへ帰し，本節の始めからやりなおす。

コンパイルが終わるとコミュニケーションテーブルを FW2 に出力して，しばらくの後に Phase L: と出力するから，SM-43 用 ALPS AS テープを PTR にセットし，SW-9 スタートする。

もし外部プログラム (EXTERNAL PROCEDURE) を使用していれば AS テープを入力したあとに Not enough とメッセージが出力されるので，サブルーチン名が外部プログラムの identifier と同じサブルーチンのリロケータブルテープを PTR にセットし SW-9 スタートする。

もし，すべての外部プログラムを入力し終わったかまたは外部プログラムを使用していないときは FW2 に Compilation end. とメッセージが出てロータにもどる。

データテープの "d" の前から PTR にセットして SW9 スタートすると ALPS の実行プログラムを始める。

入力するデータがないときは "d" のみを入力する。halt(); を使用したときの動作は全く$HALT′; のときと同じである。

実行プログラムが終わるとロータに帰るが，再び実行プログラムを行なうときは "d" を入力するところにもどる。

実行プログラム中のエラー（ローダ，リローダのエラーを含む）は ALPS I の時の〈停止番地〉+1 がエラーメッセージと共に出力される。

(注) 外部プログラムの入力は，AS テープの前でもよい。このとき，もしサブルーチンネームが標準手続きの identifier と一致しているときは外部プログラムが入力され，AS テープの標準手続きは入力されない。

A-4.4. ALPS IS の実行プログラムを曳引車上から使用する方法

A-4.4.1. ソーステープの作成

この方法を利用するとき，実数は1.0未満の数値で，整数は5桁以内の数値しか入力できないので，スケールファクタを掛ける操作がソースプログラムに含まれていなければならない。また入力または出力する identifier 群の宣言の順序は，入出力の順序と逆にしておく。入出力に関する手続きはプログラム内に含まれていなくてもよいが，含まれているときは，これは解析機室で入出力される（ただし，後述の曳引車上での作表のために外部プログラムを使用した場合を除く）。また曳引車から指令で演算を開始する箇所に label を張っておく。以上のほかは，通常の ALPS と全く同じでよい。

A-4.4.2. データテープの作成

データを入力する方法は，船型試験解析プログラム RS-43 と同じである。そして，rint または rral の番地部に値を入力しようとする identifier が割合てられた番地を指定する。identifier の番地および label の実効番地はプログラムをコンパイルするときにリストを取れば示される。もし数個の identifier に続けて値を入力するときは，最も番地が若い identifier の番地を指定してそのあとに ， で区切った数値を続けると(整数の場合はコンマ2箇を区切り符号とする)，つぎつぎに番地の大きい方へと入力される。

A-4.4.3. 結果の出力

あとに述べる作表用外部プログラムを使用しないときは，自動的には出力を行なわない。しかし，何らかの方法で演算の終了を確認して，RS-43 の wint, wral の機能を利用して FW1 に結果を出力させることができる。同時に数個出力させたいときは wral △△△△, のあとにつづけて出力させたい identifier の個数を書く。

A-4.4.4. 操 作 法

RS-43 がドラムに格納されているものとする。また，identifier の番地および演算開始番地は控えてあり，

プログラムは完全な形でコアにあるものとする。

曳引車空調室操作テーブルの CONTROL SELECT を5，PROGRAM SELECT を1にセットし，つぎのようにせん孔したテープを FW1 の MTR にセットする。

フィード rint 262, ××××, rral ○○○○, .△△△△, ···, jump 10, ストップコードフィードマーク

なお ×××× は演算開始点の label の実効番地

○○○○ は値を入力する identifier の番地

.△△△△ はその値（1未満の小数）である。

操作テーブルのキイを CARRIAGE RESET, CARRIAGE START, REQ-T, COMPUTER START の順に押すと，しばらくしてデータが入力される。

演算の終了を確認し，つぎのようにせん孔したテープを FW1 の PTR にセットし，上記の動作を繰返えす。

フィード wral ○○○○, △△, jump 10, ストップコードフィードマーク，なお ○○○○ は出力したい identifier の先頭の番地，△△ は続けて出力したい identifier の個数（整数のときはその2倍）である。

A-4.4.5. 曳引車上で作表を行ないたいとき

曳引車上で作表を行ないたいときは，外部プログラムを使用して FW1 から数値のみ整数（5桁）1個と実数（ALPS 型式）7個までを1行に出力することができる。なお，この方法を使用するときは ALPS で使用できるコアの広さが半分以下となる。つぎにこの方法を説明する。

ソースプログラムの ⮌ $ALPS'; ⮌ のつぎに $<8進整数>'; ⮌ をつけ加える。8進整数はコンパイルの途中に出力されるコミュニケーションテーブルの2行目の数が15行目の数より大きくなるように定める。すなわち，まず $<8進整数>'; を書かないでコンパイルし，このときに出力されるコミュニケーションテーブルの15の後の数から329を引いて8進数に変換し，$<8進整数>'; とすればよい。つぎに，宣言としてつぎの外部プログラムの宣言をつけ加える。

```
PROCEDURE fwls (INTEGER i): EXTERNAL
  fwls;
PROCEDURE wccw (INTEGER i): EXTERNAL
  wccw;
PROCEDURE wscw (INTEGER i): EXTERNAL
  wscw;
PROCEDURE wicw (INTEGER i): EXTERNAL
  wicw;
PROCEDURE wrcw (REAL x): EXTERNAL
  wrcw;
```

そして曳引車上に出力するときの wsel のかわりに fwls, wcrlf のかわりに，wccw, wspace のかわりに，wscw, wint のかわりに，wicw, wreal のかわりに wrcw を使用する。なお，fwls ( ) の値が正のときは FW1 を選択し，負のときはデータ伝送に EOT（東芝説明書ハードウェア篇参照）を出すようになっているので出力が終了したときは必らず fwls (−1); を実行する必要がある。以上のほかは通常の ALPS と変わらない。プログラムコンパイル時の Phase L: には曳引車出力用曳引車 ALPS EXTERNAL PROCEDURE テープを入力する。もし同一のプログラムを解析機室で使用したいときは解析機室出力用曳引車 ALPS EXTERNAL PRCEDURE テープを入力する。

曳引車上での入力用テープは次のようにせん孔する。

rral (または rint) ○○○○, .△△△△, ····, jump ××××, ストップコードフィードマーク

なお，○○○○，△△△△ および ×××× は前記と同じである。

データの入力に関する操作は全く前記と同様に行なえばよい。そして演算が終わると直ちに FW1 に出力する。

解析機室における操作は，上記のデータテープを PTR にセットして SW-1 スタートすればよい。

なお，この方法で演算を行なうときは同時に他の被割込みプログラムを行なうことはできない。

A-5. SMAP IIS の操作法

A-5.1. プログラムテープの入力

ロータが回っているときに SM-43 用 SMAP IIS テープを PTR にセットし SW-8 スタートする。SMAP IIS は，ALPS IS を使用したときと SM-43 の管理下以外でドラムを使用したとき以外はほとんどこわれない。SM-43 を新しく入力しなおしたときで SMAP IIS がドラムにあることが確実なときは PSEUDO SMAP IIS テープを PTR にセットし SW-8 スタートすれば SMAP IIS を再び呼び出すことができる。

A-5.2. ソーステープの作成

SM-43 の管理下で SMAP IIS アセンブルプログラムを実行するときの制限を以下に掲げる。

1）0〜319，8184〜8191 番地は使用できない。

2）jh 命令は使用してはならない。この代替とし

て，プログラムの終結時には go.10 を実行させ，一時停止のときは ze.<次に行く番地> ↵ go.317 ↵ とする。そして次の番地に行くときは LOCK をオンにして SW-10 スタートする。

3）ドラムは原則として使用できないが，SMAP IIS あるいは ALPS IS がこわれてもよいときは 80～120 トラックを使用できる。

4）MT を利用するプログラムは使用できない。

ソーステープは約 10 cm のフィードマークの後に“s”をせん孔し，さらに約 5 cm フィードマークをせん孔したあとにソースプログラムをせん孔する。

A-5.3. 操 作 法

ロータが回わっているときにソーステープを“s”の前からにセットし，SW-9 スタートすると SMAP と FW 2 に出力しアセンブルを始める。pas ↵ を読むと FW 2 に pas と出力してロータに行く。LOCK をオンにして SW-10 スタートすると再びアセンブルを開始する。end ↵ を読むと end と出力してロータに行き，pass 1 を終了する。再びソーステープを“s”の後から PTR にセットし SW-10 スタートすると pass 2 に入る。pas ↵ における操作は前項と変わらない。PTP から出力されたオブジェクトテープを PTR にセットし SW-9 スタートする。もしオブジェクトが外部プログラムを要求していれば Not enough とメッセージが出力され，要求された外部プログラムをすべて入力し終わったときは ready と出力する。オブジェクトの実行は，フィードマークのあとに“d”をさん孔したテープを PTR にセットして SW-9 スタートする。もし，アセンブル時とオブジェクトの実行時が異なるときで，ドラムに SMAP IIS があるときは，フィードマークのあとにSフィード pst ↵ end ↵ pst ↵ end とさん孔したテープを PTR にセットして，SW-9 スタートし，ロータに帰ったら LOCK をオンにし，SW-10 スタートすれば上記と同じ状態となる。

また ALPS IS がドラムに格納されているときは，フィードマークのあとに a ↵ $ALPS′; ↵ $FIN′; ↵ とせん孔したテープを PTR にセットして SW-9 スタートすれば，phase *L*: と出力して同様な状態となる(ただし，この場合は ready のかわりに Compilation end. と出力する)。

再びアセンブルを行なうときはこの項の始めから行なう。また，INTERRUPTION IN キイの使用はアセンブルおよびオブジェクトランの途中でも可能である。

A-6. MINITAP BS

MINITAP BS アセンブラは RS-43 に付属しているので RS-43 をドラムに格納したとき一緒にドラムに格納される。

A-6.1. ソーステープの作成

0～48，260～329，6656～7071 および 8184～8191 番地は使用してはならない。また jh, は使用してはならない。そのかわりプログラム終結は go 10, を実行し，プログラムの中断は ze<次に行く番地>，go 317, とする。するとロータへもどるので，次の番地に行くときは LOCK をオンにして SW-10 スタートする。ソーステープはフィードマーク約 10 cm のあとに“m”をせん孔し，そのあとにソースプログラムをせん孔する。ソーステープの終結は ze<スタートアドレス>% ↵ go 317% とする。

A-6.3. 操 作 法

ソーステープを PTR にセットし SW-9 スタートする。オブジェクトの実行には LOCK をオンにして SW-10 スタートする。

A-6.4. メモリーダンプ

フィードマークのあとに英字 m をせん孔し，つぎに/r d% ↵ no ××××，↵ no ○○○○，↵ go d% とせん孔して PTR にセットし SW-9 スタートすると，×××× 番地から○○○○番地まで，番地とともにコアの内容が 8 進数でダンプされる。

(注) 5 章および 6 章のアセンブラによるオブジェクトラン時に計算機が停止するようなエラーが生ずると割込みができなくなるので，このようなことはなるべく避けねばならない。もし，このような事が起こったときは直ちに計算機をリセットして 10 番地スタートし，ロータにもどさねばならない。

A-7. タイムカウンタ（アセンブラのみ使用可能）

Aレジスタに /ze.××××，↵ (zt ××××,) または，/zf.×××× ↵ (zc ××××,) を入れ，IX レジスタにスタートアドレスを入れて，go.304 ↵ (go 304,) を実行すると，タイムカウンタがセットされ，つぎの番地にもどるが，タイムカウンタがオンになるとスタートアドレスへジャンプする。そしてこのルーチン内で go.10 (go 10,) ↵ を実行するともとのプ

ログラムにもどる。/zx (zt) のときは最大約6秒，/zf (zc) のときは約11秒のタイムカウンタとして利用できるが，共に約1秒の SM-43 を通過するための時間を含んでいる。したがって1秒以下のタイムカウンタとしては使えない。

参 考 文 献

1) 田中拓他，「規則波中船型試験のデータ処理に関する予備的研究」，船舶技術研究所報告第6巻第1号，昭和44年1月
2) 推進性能部，「三鷹第2船舶試験水槽の建設について」，船舶技術研究所報告第6巻第4号，昭和44年7月
3) 杉森英夫他，「船舶試験水槽における模型船の計測解析装置」，東芝レビュー，第22巻第2号，昭和42年2月
4) 東京芝浦電気（株），「船舶試験水槽計測解析装置取扱説明書，応用プログラム編Ⅰ」，昭和41年10月

表-A.1. エラー表示番号表

エラー表示番号	内　　容
00001	0番地からスタートした。(曳引車から CONTROL SELECT を5にセットして割込みをかけた。
00127	EXTERNAL NAME が多すぎて収容できない。
00266	プログラムが大きすぎて収容できない。
00306	スイッチ命令の変数が項目の数より大きかったりまたは負であったとき。
00310	r ¥ i の i が $i \leq 0$ のとき。
00311	スタックがあふれたとき。
00312	添字つき変数の添字が規定の範囲を起えたとき。
00352	$(\mathrm{LOCC})_{11\text{-}23} \geq (\mathrm{LIMT})_{11\text{-}23}$
00353	コンパイルプログラムが 3776 $*_1$ $*_2$ $*_3$ $*_4$ でかつ $*_4$ に 0, 1, 2, 3, 4, 5 以外のものがあらわれたとき。
00354	コンパイルプログラムの CONU; において $U の継続マークが全部ついているとき。
00355	スタック $U の深さが 40 を越えた。
00356	スタック $V の深さが 20 を越えた。
00357	rreal, rint で読みこんだ数字が 20 字以上のとき。
00360	rreal, rint で読みこんだもののうち数字，符号，・，x，およびコンマ以外のものがあるとき。
00361	entier の変数の小数点以上が 8,388,607，以上かまたは小数点以下であったとき。
00633	モニタへ入る入口をまちがえた。
00715	割込みが多すぎて処理しきれなくなった。
00731	処理できない割込みが起った。
01053	曳引車で SW-10 スタートした。
01304	Kコードを読むときでないのにKコードを読んだ。
01324	ALPS コンパイラがドラムにない。
01343	SMAP アセンブラがドラムにない。
01357	まだオブジェクトランはできない。
01363	フィードマーク，l, s, a, m 以外の記号を読んだ。
01375	排水量計算でKコード，フィードマーク以外を読んだ。
01400	排水量計算のプログラムが入っていない。
01476	曳引車または解析室で SW-0 スタートした。
01505	〃　　SW-7　　〃
01511	〃　　SW-11　　〃
01512	〃　　SW-12　　〃
01521	曳引車の SW の信号が 12 より大きい。
01575	曳引車から SW-8 スタートした。
01601	〃　　SW-9　　〃
01632	コメント出力ルーチン内で IX レジスタの内容が規定より大きい。
17777	I/O エラー。計算機の ERROR RESET キイを2回押すこと。